

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่าง

- แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- แผนการแบบตามปกติตามคู่มือครู

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ตามคู่มือครู

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 2 (ว3222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ : การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์

เวลา 3 คาบ

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. สาระสำคัญ

ศึกษาวิธีการขั้นตอนในการคำนวณสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุล

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล มีขั้นตอนดังนี้

1. ทราบธาตุองค์ประกอบและมวลของธาตุองค์ประกอบ
2. หาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ
3. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยมวลเป็นอัตราส่วนจำนวนโมล
4. ทำอัตราส่วนจำนวนโมลเป็นอย่างต่ำ
5. เปลี่ยนอัตราส่วนจำนวนโมลเป็นอัตราส่วน จำนวนอะตอม

การคำนวณหาสูตรโมเลกุล มีหลักการดังนี้

1. ทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของสาร
2. ใช้ความสัมพันธ์ สูตรโมเลกุล -- (สูตรเอมพิริคัล)_n
3. แทนค่ามวลโมเลกุล จะได้ว่า (มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n = มวลโมเลกุล
4. แก้สมการหาค่า n
5. แทนค่า n ในสูตรเอมพิริคัล

2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2.1 คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุล รวมทั้งคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุ สารองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้

1.) คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้

2.) คำนวณหาสูตร โมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุล

3.2 ด้านทักษะและกระบวนการ

-

4. สาระการเรียนรู้

4.1 สาระการเรียนรู้หลัก

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1

4.2 สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการในสาระ

-

4.3 สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการนอกสาระ

-

5. ภาระงาน

5.1 สมุดแบบฝึกหัด

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

6.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับองค์ประกอบของสารเคมี การหาองค์ประกอบของสารเคมี ตามประเด็นดังต่อไปนี้

- สารเคมีแต่ละชนิดมีองค์ประกอบเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร?

(แตกต่างกัน โดยสารเคมีแต่ละชนิดประกอบด้วยธาตุ และจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน)

- นักเรียนคิดว่าเราสามารถทราบได้หรือไม่ว่าสารเคมีแต่ละชนิดประกอบด้วยธาตุใดบ้าง มีอัตราส่วนเท่าไร?

(เราสามารถหาชนิดของธาตุ และอัตราส่วนของธาตุที่เป็นองค์ประกอบได้โดยการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในสารชนิดนั้น)

- นักเรียนคิดว่าเมื่อเราทราบชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ และอัตราส่วนของธาตุแล้วสามารถนำไปหาสูตรเคมีของสารได้หรือไม่ อย่างไร?

(.....)

เมื่อเราทราบชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ และอัตราส่วนของธาตุแล้วสามารถนำไปหาสูตรเคมีของสารได้ สำหรับในบทเรียนนี้เราจะศึกษาการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสารว่ามีวิธีการอย่างไร

ขั้นสอน

6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นและศึกษาการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล จากเนื้อหาในบทเรียนแล้วตอบคำถามตามประเด็น ดังนี้

- การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล นักเรียนต้องทราบข้อมูลอะไรก่อน?
(ต้องทราบธาตุที่เป็นองค์ประกอบ และมวลของธาตุองค์ประกอบ)
- เมื่อทราบธาตุที่เป็นองค์ประกอบ และมวลของธาตุองค์ประกอบ แล้วขั้นตอนในลำดับต่อไปต้องทำอะไร?

- (ต่อมา)
1. หาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ
 2. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยมวลเป็นอัตราส่วนจำนวนโมล
 3. ทำอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอย่างต่ำ
 4. เปลี่ยนอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอัตราส่วน จำนวนอะตอม)

6.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และแสดงวิธีคำนวณจากตัวอย่างที่กำหนดให้ สุ่มตัวแทนกลุ่มนำเสนอวิธีการคำนวณหน้าชั้น

ตัวอย่าง 1 จากการวิเคราะห์นิโคตินที่มีในบุหรี่ยพบว่าประกอบด้วย C 74.0 % , H 8.65 % และ N 17.3 % โดยมวล นิโคตินมีสูตรอย่างง่ายเป็นอย่างไร (N=14 , C=12 , H=1)

โจทย์กำหนด ร้อยละของธาตุองค์ประกอบ C 74.0 % , H 8.65 % และ N 17.3 %
มวลอะตอมของธาตุ N=14 , C=12 , H=1

โจทย์ถาม สูตรอย่างง่ายของนิโคตินเป็นอย่างไร

วิธีทำ อัตราส่วนโดยมวลของ $C : H : N = 74.0 : 8.65 : 17.3$

อัตราส่วนโดยจำนวนโมลอะตอมของ $C : H : N = \frac{74.0}{12} : \frac{8.65}{1} : \frac{17.3}{14}$

= 6.16 : 8.65 : 1.23

เอา 1.23หารตลอด = $\frac{6.16}{1.23} : \frac{8.65}{1.23} : \frac{1.23}{1.23}$

= 5 : 7 : 1

เพราะฉะนั้นนิโคตินมีสูตรอย่างง่ายเป็น C_5H_7N

ตัวอย่าง 2 สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน 0.250 กรัม คาร์บอน 1.500 กรัม และคลอรีน 8.875 กรัม จงคำนวณสูตรเอมพิริคัลของสารนี้

$$\begin{array}{lcl}
 \text{วิธีทำ} & \text{โมลของ} & \text{H} \quad - \quad \frac{0.250}{1} \\
 & \text{โมลของ} & \text{C} \quad - \quad \frac{1.500}{12} \\
 & \text{โมลของ} & \text{Cl} \quad - \quad \frac{8.875}{35.5} \\
 \therefore \text{โมลของ C : H : Cl} & - & \frac{0.250}{1} : \frac{1.500}{12} : \frac{8.875}{35.5} \\
 & = & 0.125 : 0.250 : 0.250 = 1 : 2 : 2
 \end{array}$$

$\therefore$ อัตราส่วนจำนวนโมล = อัตราส่วนจำนวนอะตอม

$\therefore$ อัตราส่วนจำนวนอะตอม = 1 : 2 : 2 ดังนั้น สูตรเอมพิริคัล คือ CH_2Cl_2 ตอบ

เพื่อสรุปได้ว่า

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล มีขั้นตอนดังนี้

- ทราบธาตุองค์ประกอบและมวลของธาตุองค์ประกอบ
- หาอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบ
- เปลี่ยนอัตราส่วน โดยมวลเป็นอัตราส่วนจำนวนโมล
- ทำอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอย่างต่ำ
- เปลี่ยนอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอัตราส่วน จำนวนอะตอม

เมื่อนักเรียนทราบสูตรเอมพิริคัลของสารแล้วเราสามารถหาสูตรโมเลกุลได้อย่างไร
นักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไปนี้

6.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้น ศึกษาการ และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับคำนวณหาสูตรโมเลกุล โดยตอบคำถามตามประเด็น ดังนี้

- การคำนวณหาสูตรโมเลกุล นักเรียนต้องทราบข้อมูลอะไรก่อน?

(ต้องทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของสาร)

- สูตรโมเลกุลและสูตรเอมพิริคัลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และมีขั้นตอนในการคำนวณอย่างไร? (ใช้ความสัมพันธ์ สูตรโมเลกุล = (สูตรเอมพิริคัล)_n)

สามารถคำนวณได้โดย 1. แทนค่ามวลโมเลกุล จะได้ว่า

(มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n = มวลโมเลกุล

2. แก้สมการหาค่า n

3. แทนค่า n ในสูตรเอมพิริคัล)

6.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และแสดงวิธีคำนวณจากตัวอย่างที่กำหนดให้ สุ่มตัวแทนกลุ่มนำเสนอวิธีการคำนวณหาสูตร

ตัวอย่าง 1 กรดชนิดหนึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนร้อยละ 3.06 ฟอสฟอรัสร้อยละ 31.63 และออกซิเจนร้อยละ 65.31 โดยมีมวล ถ้ากรดชนิดนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 98 จงหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

โจทย์กำหนด ร้อยละของไฮโดรเจน = 3.06 , ร้อยละของฟอสฟอรัส = 31.63 , ร้อยละของออกซิเจน = 65.31

มวลอะตอมของ H = 1 , P = 31 , O = 16 , มวลโมเลกุลของกรด = 98

โจทย์ถาม 1. สูตรเอมพิริคัลของกรด 2. สูตรโมเลกุลของกรด

วิธีทำ

คำนวณหาสูตรเอมพิริคัลของกรด

อัตราส่วนโดยมวลของ H : P : O = 3.06 : 31.63 : 65.31

$$\text{อัตราส่วนโดยจำนวนโมล} \quad \text{H : P : O} = \frac{3.06}{1} : \frac{31.63}{31} : \frac{65.31}{16} \\ = 3.06 : 1.02 : 4.08$$

อัตราส่วนอย่างต่ำโดยจำนวนโมลอะตอมของ H : P : O = 3 : 1 : 4

ดังนั้น สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบนี้ คือ H_3PO_4 **ตอบ**

คำนวณหาสูตรโมเลกุลของกรด

สมมติให้สูตรโมเลกุลของกรดชนิดนี้เป็น $(\text{H}_3\text{PO}_4)_n$

$$\text{ดังนั้นมวลโมเลกุลของกรดคิดจากสูตร} = [(3 \times 1) + 31 + (4 \times 16)] n \\ = 98n$$

โจทย์กำหนดให้มวลโมเลกุลของกรดนี้ = 98

$$\text{ดังนั้น} \quad 98n = 98$$

$$n = 1$$

สูตรโมเลกุลของกรดชนิดนี้ คือ H_3PO_4

ตอบ

ตัวอย่าง 2 สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน 24.3% ธาตุไฮโดรเจน 4.1 % และที่เหลือเป็นธาตุคลอรีน ถ้าสารนี้มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 99 จงคำนวณสูตรโมเลกุลของสารนี้

วิธีทำ มี C – 24.3% , H – 4.1 %

$$\therefore \text{มี Cl} = 100 - 24.3 - 4.1 = 71.6 \%$$

หาสูตรเอมพิริคัล

$$\text{โมลของ C : H : Cl} = \frac{24.3}{12} : \frac{4.1}{1} : \frac{71.6}{35.5} = 1 : 2 : 1$$

สูตรเอมพิริคัล คือ CH_2Cl

หาสูตรโมเลกุล

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุล} &= (\text{CH}_2\text{Cl})_n \\ 99 &= (12 + 2 \times 1 + 35.5)n \\ n &= 2 \end{aligned}$$

$$\text{สูตรโมเลกุล} = (\text{CH}_2\text{Cl})_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$$

ตอบ

เพื่อสรุปได้ว่า

การคำนวณหาสูตรโมเลกุล มีหลักการดังนี้

- ทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของสาร
- ใช้ความสัมพันธ์ สูตรโมเลกุล – (สูตรเอมพิริคัล)_n
- แทนค่ามวลโมเลกุล จะได้ว่า (มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n – มวลโมเลกุล
- แก้สมการหาค่า n
- แทนค่า n ในสูตรเอมพิริคัล

ขั้นสรุป

6.6 นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้ลงในสมุดบันทึกผลการเรียนรู้ เรื่องการคำนวณสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุล พร้อมทั้งซักถามในส่วนที่ยังสงสัยโดยครูอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นนำไปใช้

6.7 นักเรียนฝึกทำโจทย์แบบฝึกเพิ่มเติมจากแบบฝึกหัดในบทเรียน จำนวน 5 ข้อ และจากแนวข้อสอบในหนังสือคู่มืออื่น ๆ อ่านประกอบอีกคนละ 10 ข้อ

6.8 ในคาบเรียนต่อไปให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 15 ข้อ เวลา 1 ชั่วโมง

7. การวัดผลและประเมินผล

วิธีการวัดผล	เครื่องมือใช้วัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ อธิบาย คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และสูตร โมเลกุล	การตอบคำถาม แบบสรุปผลการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบฝึกหัด	ผ่าน – ถูกตั้งแต่ 50 %
ด้านทักษะกระบวนการ -	-	
ด้านเจตคติและคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	การส่งงาน ความรับผิดชอบ แบบประเมินความสนใจ ใฝ่ เรียนรู้ในการเข้าร่วมกิจกรรม	ผ่าน - ส่งงานครบตามที่ กำหนด

8. วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน และแหล่งเรียนรู้

8.1 วัสดุอุปกรณ์

-

8.2 สื่อการเรียน การสอน และแหล่งเรียนรู้

8.2.1 หนังสือเรียนเคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของ สสวท.

8.2.2 หนังสือเตรียมสอบ Entrance เคมี ม. 4-5-6 ระบายใหม่ ของสำราญ พฤกษ์สุนทร

8.3.3 อินเทอร์เน็ต

8.3.4 แบบฝึกหัดเรื่องการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุล

9. กิจกรรมเสนอแนะ -

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่.....

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ () เป็นไปตามแผน
() ไม่เป็นไปตามแผน

บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้

.....
.....

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ

จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ

ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....

สิ่งที่ควรพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....
.....
.....

แนวทางการแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน

.....
.....
.....

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(.....)

ความคิดเห็นของผู้นิเทศ/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....

ลงชื่อ ผู้นิเทศ
(.....)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

รายวิชา เคมีเพิ่มเติม 2 (ว32222)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ : การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี เรื่องการหาสูตรเคมีในสารประกอบ เวลา 3 คาบ

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุล รวมทั้งคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุสารองค์ประกอบจากสูตรที่กำหนดให้ได้

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้

1) คำนวณหาสูตรเอมพิริคัล เมื่อทราบมวลเป็นกรัมและมวลอะตอมของธาตุองค์ประกอบได้

2) คำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลของสาร

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองเรื่อง การแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

3. สาระการเรียนรู้

3.1 สาระการเรียนรู้หลัก

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.2

3.2 สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการในสาระ

-

3.3 สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการนอกสาระ

-

4. สำคัญ

การหาสูตรเคมีในสารประกอบ

การหาสูตรเคมีในสารประกอบสามารถทำได้โดยตรงด้วยการทำการทดลองโดยทำการแยกสารประกอบให้เป็นธาตุเริ่มต้น หรือสร้างสารประกอบนั้นขึ้นมาจากธาตุ ซึ่งเราสามารถวัดหามวลของสารที่ทำปฏิกิริยากัน จากนั้นหาตัวเลขความสัมพันธ์ของจำนวน โมลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาก็จะสามารถหาสูตรของสารประกอบได้

การคำนวณหาสูตรเอมพิริคัล มีขั้นตอนดังนี้

1. ทราบธาตุองค์ประกอบและมวลของธาตุองค์ประกอบ
2. หาอัตราส่วน โดยมวลของธาตุองค์ประกอบ
3. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยมวลเป็นอัตราส่วนจำนวน โมล
4. ทำอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอย่างต่ำ
5. เปลี่ยนอัตราส่วนจำนวน โมลเป็นอัตราส่วน จำนวนอะตอม

การคำนวณหาสูตรโมเลกุล มีหลักการดังนี้

1. ทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของสาร
2. ใช้ความสัมพันธ์ สูตรโมเลกุล – (สูตรเอมพิริคัล)_n
3. แทนค่ามวลโมเลกุล จะได้ว่า (มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n = มวลโมเลกุล
4. แก้สมการหาค่า n
5. แทนค่า n ในสูตรเอมพิริคัล

5. ภาระงาน

- 5.1 สมุดแบบฝึกหัด
- 5.2 ใบงาน
- 5.3 รายงานการทดลอง

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

6.1 กิจกรรมขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตรเคมีของสารเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมาในคาบเรียนที่ผ่านมาโดยตอบคำถาม ดังนี้ จาก $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

- สัญลักษณ์ดังกล่าวคืออะไร บอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง?

(สูตรเคมีบอกให้ทราบว่า 1 โมเลกุลของ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ประกอบด้วยธาตุ Mg 1 อะตอม S 1 อะตอม O 4 อะตอม และ โมเลกุลของน้ำ 7 โมเลกุล)

- นักเรียนคิดว่าหากเราต้องการทราบสูตรเคมีของสารประกอบจะทำได้หรือไม่ และมีวิธีการอย่างไร?

(.....)

- นักเรียนคิดว่าจะต้องทราบข้อมูลใดบ้างจึงจะสามารถหาสูตรเคมีของสารประกอบได้?

(มวลของสารที่เข้าทำปฏิกิริยา.... ฯลฯ)

เพื่อสรุปได้ว่า

การหาสูตรเคมีในสารประกอบสามารถทำได้โดยตรงด้วยการทำการทดลองโดยทำการแยกสารประกอบให้เป็นธาตุเริ่มต้น หรือสร้างสารประกอบนั้นขึ้นมาจากธาตุ ซึ่งเราสามารถวัดหา มวลของสารที่ทำปฏิกิริยากัน จากนั้นหาตัวเลขความสัมพันธ์ของจำนวน โมลของสารที่เข้าทำ ปฏิกิริยาก็จะสามารถหาสูตรของสารประกอบได้

เราสามารถหาสูตรเคมีของสารประกอบได้อย่างไร สามารถศึกษาได้จากกิจกรรมการหา สูตรเคมีของน้ำ โดยการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

6.2 กิจกรรมขั้นสำรวจและค้นคว้า (Explore)

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 - 6 คน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและ ออกแบบการทดลองเมื่อต้องการศึกษาสูตรของน้ำ นำเสนอความคิดของแต่ละกลุ่ม

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและศึกษาวิธีการทดลองเพื่อที่จะศึกษาการหาสูตรของ น้ำ โดยครูเน้นย้ำให้นักเรียนสังเกต

- การใส่ถ่านในกระบะถ่านควรต่อขั้วให้ถูกต้อง ระวังอย่าสลับขั้ว
- เมื่อใส่ถ่านในกระบะถ่านเรียบร้อยแล้ว ต่อขั้วเข้ากับอุปกรณ์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า ถ้า วงจรได้ถูกต้องจะเกิดฟองแก๊สที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสองในชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า
- แก๊สที่เกิดขึ้นจะไปแทนที่น้ำในหลอดทดลอง เมื่อปริมาตรของแก๊สเพิ่มมากขึ้น ปริมาตรของน้ำในหลอดเก็บแก๊สจะลดลง เมื่อจะอ่านปริมาตรของแก๊สก็ให้อ่านที่ จีดบอกปริมาตรของน้ำที่ลดลง สังเกตและเปรียบเทียบปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้น ที่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง

6.3 กิจกรรมขั้นอธิบาย (Explain)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียนร่วมกัน อภิปรายเกี่ยวกับผลการทดลองที่ได้ตามขั้นตอนในใบงานที่ 4

เพื่อสรุปได้ว่า

การหาสูตรเคมีของน้ำได้จากการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า

- หาปริมาตรของแก๊ส H_2 และ O_2
- เปลี่ยนปริมาตรของแก๊สให้เป็นจำนวนโมล
- หาอัตราส่วน โมลอย่างต่ำของแต่ละธาตุ
- ได้สูตรเคมี เรียกว่าสูตรอย่างง่าย

2. นักเรียนร่วมกันศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับการหาสูตรเคมีอย่างง่าย หรือสูตรเอมพิริคัล จากตัวอย่างผลการทดลองอื่นในใบงานที่ 4 และศึกษาตัวอย่างการคำนวณอื่นเพิ่มเติมในใบงานที่ 5

6.4 กิจกรรมขั้นขยายความรู้ (Elaborate)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาสูตรเคมีโดยร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าการหาสูตรเคมีที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วนั้นเป็นการหาสูตรเคมีประเภทใด เพราะเหตุใด?

(เป็นการหาสูตรเอมพิริคัล หรือสูตรอย่างง่ายเพราะเป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ)

- นักเรียนคิดว่าเมื่อเราทราบสูตรเอมพิริคัลแล้ว สามารถหาสูตรโมเลกุลได้หรือไม่ อย่างไร? (.....)

2. นักเรียนร่วมกันศึกษาและอภิปรายเกี่ยวกับการหาสูตร โมเลกุลในใบความรู้ที่ 3 โดยร่วมกันตอบคำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าการหาสูตร โมเลกุลของสาร จะต้องทราบข้อมูลใดบ้างจึงจะหาสูตรโมเลกุลได้

(ต้องทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลของสารนั้นก่อน)

- นักเรียนคิดว่าสูตรเอมพิริคัล และสูตร โมเลกุลมีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร?

สูตร โมเลกุล = (สูตรเอมพิริคัล)_n

แทนค่ามวลโมเลกุล จะได้ว่า

(มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n = มวลโมเลกุล

แก้สมการหาค่า n

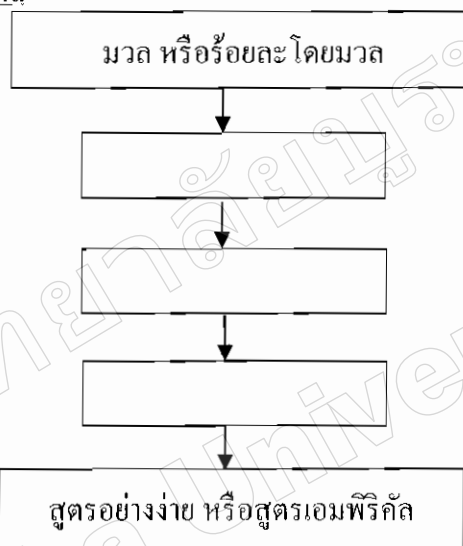
แทนค่า n ในสูตรเอมพิริคัล

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย และศึกษาเกี่ยวกับโจทย์การหาสูตร โมเลกุลของสารในใบงานที่ 6 เพิ่มเติมแล้วร่วมกันตอบคำถามเพื่อเฉลยแบบฝึกหัด

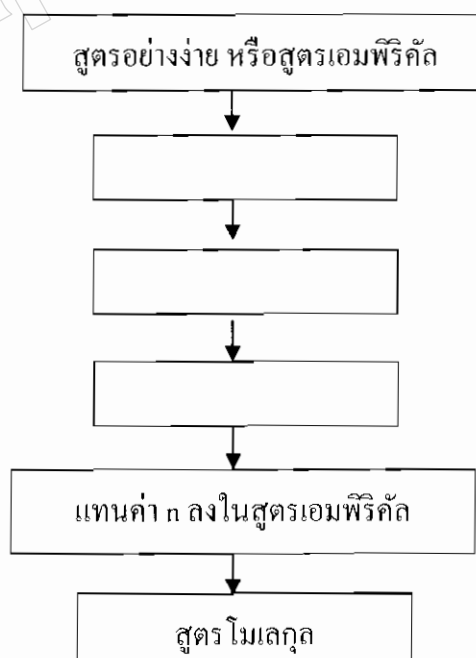
6.5 กิจกรรมขั้นประเมิน (Evaluate)

1. ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการหาสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุลโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตอบคำถามลำดับขั้นตอนลงในแผนภาพ ดังนี้ พร้อมทั้งตรวจแบบฝึกหัดจากใบงานของนักเรียน

การหาสูตรเอมพิริคัล



การหาสูตรโมเลกุล



7. การวัดผลและประเมินผล

การวัดผล	เครื่องมือ/ชิ้นงานที่ใช้ในการวัดผล	เกณฑ์การประเมิน			
		ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
ด้านความรู้ คำนวณหาสูตร เอมพีริคัล เมื่อทราบ มวลเป็นกรัมและ มวลอะตอมของ ธาตุองค์ประกอบ ได้ คำนวณหาสูตร โมเลกุลของสารเมื่อ ทราบสูตรเอมพีริคัล และมวล โมเลกุล ของสารได้	การทำ แบบฝึกหัด	- ทำได้ถูกต้อง 80 – 90 %	- ทำได้ถูกต้อง 61 – 79 %	- ทำได้ถูกต้อง 50 – 60 %	- ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %
	การตอบคำถาม	- ตอบคำถาม ได้ถูกต้องตรง ตามประเด็น ด้วยความมั่นใจ และกล้าแสดง ความคิดเห็น อย่างเหมาะสม	- ตอบคำถาม ได้ถูกต้องกล้า ที่จะตอบ คำถามแต่ขาด ความมั่นใจ เป็นบางครั้ง	- สามารถตอบ คำถามได้แต่ ขาดความ กระตือรือร้น ต้องอาศัยเพื่อน คอยชี้แนะ	- ขาดความ กระตือรือร้น และไม่กล้า ตอบคำถาม
	การทำใบงาน	ทำได้ถูกต้อง 90 – 100 %	ทำได้ถูกต้อง 70 – 89 %	ทำได้ถูกต้อง 50 – 69 %	ทำได้ถูกต้อง น้อยกว่า 50 %
ทักษะกระบวนการ การทดลอง มีความสนใจและ มีส่วนร่วมในการ ทำการทดลองเต็มที สามารถใช้อุปกรณ์ ได้ถูกต้องมีความ รับผิดชอบในการ ใช้เก็บล้าง อุปกรณ์	แบบประเมิน การทดลอง	- สนใจและมี ส่วนร่วมใน การทำการ ทดลองเต็มที - สามารถใช้ อุปกรณ์ได้ ถูกต้อง - มีความ รับผิดชอบใน การใช้ , เก็บ ล้าง อุปกรณ์สูง	- สนใจและมี ส่วนร่วมใน การทำการ ทดลอง - สามารถใช้ อุปกรณ์ได้ - มีความ รับผิดชอบใน การใช้ , เก็บ ล้าง อุปกรณ์	- สนใจและมี ส่วนร่วมใน การทำการ ทดลองบ้าง - สามารถใช้ อุปกรณ์ได้ - มีความ รับผิดชอบใน การใช้ , เก็บ ล้าง อุปกรณ์	- ไม่สนใจ ไม่ มีส่วนร่วมใน การทำการ ทดลอง

การวัดผล	เครื่องมือ/ชิ้นงาน ที่ใช้ในการวัดผล	เกณฑ์การประเมิน			
		ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
ด้านเจตคติและ คุณลักษณะที่พึง ประสงค์	- การส่งงาน - การตอบคำถาม - ผลการทำให้ แบบฝึกหัด - มีส่วนร่วมใน การอภิปรายตอบ คำถาม ทดลอง	- ส่งงานครบ ตรงตามเวลา - ผลการทำ แบบฝึกหัด อยู่ในระดับดี - ดีเยี่ยม - มีส่วนร่วมใน การอภิปราย	- ส่งงานครบ ตรงตามเวลา - ผลการทำ แบบฝึกหัด อยู่ในระดับ พอใช้ - ดี - มีส่วนร่วม ในการ อภิปราย	- ส่งงานครบ ไม่ตรงเวลา - ผลการทำ แบบฝึกหัด อยู่ในระดับ พอใช้ - มีส่วนร่วมใน การอภิปราย บ้าง	- ส่งงานไม่ ครบถ้วน - ผลการทำ แบบฝึกหัดอยู่ ใน ระดับ ปรับปรุง - ไม่มีส่วน ร่วมในการ อภิปราย

8. วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน และแหล่งเรียนรู้

8.1 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี

8.1.1 ชุดอุปกรณ์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า

8.1.2 ถ่ายไฟฉาย 6 V จำนวน 6 ก้อน/กลุ่ม

8.1.3 สายไฟ

8.1.4 กรดซัลฟิวริก

8.1.5 หลอดหยด

8.1.6 ปีกเกอร์

8.2 สื่อการเรียน การสอน และแหล่งเรียนรู้

8.2.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

8.2.2 หนังสือคู่มือเคมี คู่มือเตรียมสอบวิชาเคมี ม. 4-5-6 ของสำนักพิมพ์อื่น ๆ

8.3.3 ใบงาน และใบความรู้

9. กิจกรรมเสนอแนะ นักเรียนควรหาความรู้เพิ่มเติม ตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมจากหนังสืออ่าน

ประกอบ เช่น ตัวอย่างข้อสอบ GAT/PAT, O - net หรือเอนทรานส์ มาทำเพิ่มเติมจากที่ครูให้ฝึก
เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และความชำนาญมากยิ่งขึ้น

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่.....

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ () เป็นไปตามแผน
() ไม่เป็นไปตามแผน

บรรยากาศระหว่างการเรียนรู้

.....
.....
.....

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ

จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ

ปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้

.....
.....
.....

สิ่งที่ควรพัฒนาในการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

.....
.....
.....

แนวทางการแก่นักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน

.....
.....
.....

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(.....)

ความคิดเห็นของผู้สังเกต/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....
.....
.....

ลงชื่อ ผู้สังเกต

ใบความรู้ เรื่องสูตรเคมี (Chemical formula)

สูตรเคมี หมายถึง หมู่สัญลักษณ์ของธาตุที่ใช้เขียนแทนโมเลกุลของธาตุหรือสารประกอบ เพื่อแสดงองค์ประกอบของสารเหล่านั้นว่าประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง อย่างละกี่อะตอม สูตรเคมี มี 3 ประเภท คือ

1. สูตรโมเลกุล (Molecular formula) เป็นสูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุ องค์ประกอบของสารใน 1 โมเลกุล เช่น เอทานอล มีสูตรโมเลกุล คือ C_2H_6O แสดงว่าสารนี้ 1 โมเลกุล ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน 2 อะตอม ธาตุไฮโดรเจน 6 อะตอม และธาตุออกซิเจน 1 อะตอม

2. สูตรเคมีปริมาตร (Empirical formula) เป็นสูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวน อะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบ เช่น $NaCl$ เป็นสูตรเคมีปริมาตรของโซเดียม-คลอไรด์

หมายความว่า โซเดียมคลอไรด์ ประกอบด้วยอะตอมของโซเดียม และคลอรีน ด้วยอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอม $Na:Cl = 1 : 1$

แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) มีสูตรเคมีปริมาตร คือ $CaCO_3$ และเบนซีนมีสูตร โมเลกุล คือ C_6H_6 มีสูตรเคมีปริมาตรเป็น CH

ความสัมพันธ์ระหว่างสูตรโมเลกุลและสูตรเคมีปริมาตร

สาร	สูตรโมเลกุล	สูตรเคมีปริมาตร
น้ำ	H_2O	H_2O
น้ำตาลกลูโคส	$C_6H_{12}O_6$	CH_2O
แก๊สแอมโมเนีย	NH_3	NH_3
กรดแอสติก	$C_2H_4O_2$	CH_2O

สารบางชนิดอาจมีสูตรเอมพิริคัล และสูตรโมเลกุลเหมือนกัน สารบางชนิดก็อาจมีสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลต่างกัน

สูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลจึงมีความสัมพันธ์กันดังนี้ คือ

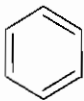
(สูตรเอมพิริคัล) n = สูตรโมเลกุล
 n หมายถึงเลขจำนวนเต็ม 1, 2, 3 ...

เมื่อทราบสูตรเอมพิริคัล และมวลโมเลกุลจะสามารถหาสูตรโมเลกุลได้ โดยนำเลขจำนวนเต็มคูณอัตราส่วนจำนวนอะตอมของสูตรเอมพิริคัลก็จะได้สูตรโมเลกุล ทำนองเดียวกัน เมื่อทราบสูตรโมเลกุลก็สามารถหาสูตรเอมพิริคัลได้ โดยหาอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ

3. สูตรโครงสร้าง (Structural formula) คือสูตรที่บอกให้เราทราบว่า 1 โมเลกุลของสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้าง อย่างละกี่อะตอม อะตอมของธาตุแต่ละตัวมีตำแหน่ง และสร้างพันธะต่อกันอย่างไร สำหรับสารที่เป็นโมเลกุล

สาร	สูตรโครงสร้าง	คำอธิบาย
น้ำ	$\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	1 โมเลกุลของน้ำมี H = 2 อะตอม O = 1 อะตอม โดยมีตำแหน่งของ O และ H เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว
มีเทน	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	1 โมเลกุลของมีเทนมี C = 1 อะตอม H = 4 อะตอม โดยมีตำแหน่งของ H และ C เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยวจำนวน 4 พันธะ
อะเซทิลีน	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	1 โมเลกุลของอะเซทิลีนมี C = 2 อะตอม H = 2 อะตอม โดยมีตำแหน่งของ C กับ C เชื่อมต่อกันด้วยพันธะสาม และ C กับ H เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเดี่ยว

เปรียบเทียบสูตรสูตรโมเลกุล สูตรเอพริคัล สูตรโครงสร้าง

สาร	สูตรโมเลกุล	สูตรเอพริคัล	สูตรโครงสร้าง
เอทานอล	C_2H_6O	C_2H_6O	$ \begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-O-H \\ & \\ H & H \end{array} $
ไดเมทิลอีเทอร์ (เมทอกซีมีเทน)	C_2H_6O	C_2H_6O	$ \begin{array}{c} H & & H \\ & & \\ H-C & -O- & C-H \\ & & \\ H & & H \end{array} $
เมทิลฟอร์มेट	$C_2H_4O_2$	CH_4O	$ \begin{array}{c} H & & O \\ & & \\ H-C & -O- & C-H \\ & & \\ H & & \end{array} $
กรดไฮโดรคลอริก	HCl	HCl	$H-Cl$
แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์	CO_2	CO_2	$O=C=O$
เบนซีน	C_6H_6	CH	

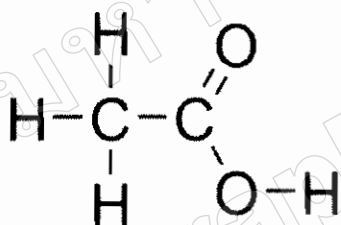
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

1. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

กรดแอซติก (กรดน้ำส้มสายชู)



สูตรโครงสร้างของกรดแอซติก

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรโมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

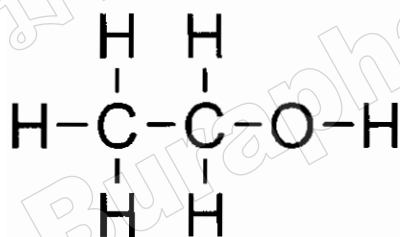
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

1. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

เอทานอล



สูตร โครงสร้างของเอทานอล

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรโมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

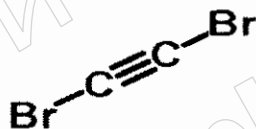
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

1. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

ไดโบร โมอะเซทีลีน



สูตรโครงสร้างของไดโบร โมอะเซทีลีน

จงอธิบายสูตรโครงสร้างของสารดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรโมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรอเนกปริมาตรของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

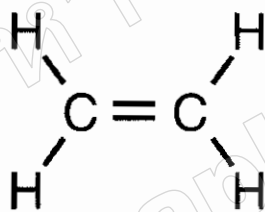
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

เอทิลีน



สูตรโครงสร้างของเอทิลีน

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตร โมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

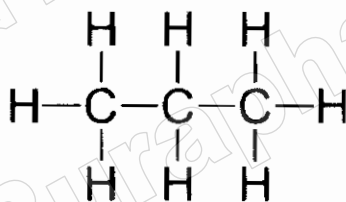
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

1. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

โพรเพน



สูตรโครงสร้างของโพรเพน

จงอธิบายสูตรโครงสร้างของสารดังกล่าว

จงหาสูตรโมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

คาร์บอนไดออกไซด์



สูตรโครงสร้างของคาร์บอนไดออกไซด์

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

จงหาสูตร โมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

อะเซทิลีน



สูตร โครงสร้างของอะเซทิลีน

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

จงหาสูตร โมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลใดบ้าง

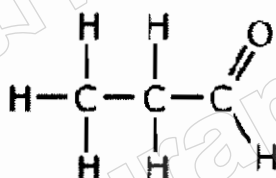
ใบงานที่ 1
สูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

โพรพานอล



สูตร โครงสร้างของโพรพานอล

จงอธิบายสูตร โครงสร้างของสารดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตร โมเลกุลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

จงหาสูตรเอมพิริคัลของสาร และสูตรดังกล่าวบอกข้อมูลอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

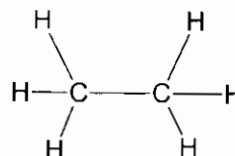
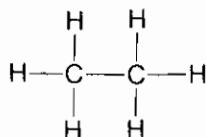
ใบงานที่ 2
สรุปสูตรเคมีของสาร

สมาชิกในกลุ่มที่.....ชั้น.....

- | | | |
|--------------|-----------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 4. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |
| 5. ชื่อ..... | สกุล..... | เลขที่..... |

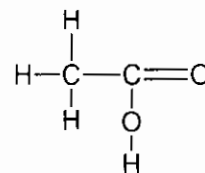
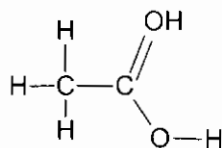
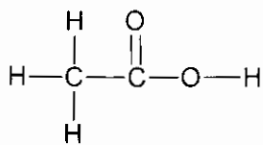
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามจากข้อมูลที่กำหนดให้

1. จากสูตรเคมีของ $C_2H_6O_2$ และ $O_2H_6C_2$
 - เป็นสูตร โมเลกุลของสารชนิดเดียวกันหรือไม่.....
 - เป็นสูตรเคมีประเภท.....
2. จาก $MgSO_4 \cdot 5H_2O$ และ $MgSH_{10}O_9$
 - เป็นสูตร โมเลกุลของสารชนิดเดียวกันหรือไม่.....
 - เป็นสูตรเคมีประเภท.....
3. จาก CH_3COOH และ $C_2H_4O_2$
 - เป็นสูตร โมเลกุลของสารชนิดเดียวกันหรือไม่.....
 - เป็นสูตรเคมีประเภท.....
4. จากสูตรเคมีต่อไปนี้



- เป็นสูตร โมเลกุลของสารชนิดเดียวกันหรือไม่.....
- เป็นสูตรเคมีประเภท.....

5. จากสูตรเคมีต่อไปนี้



- เป็นสูตร โมเลกุลของสารชนิดเดียวกันหรือไม่.....
- เป็นสูตรเคมีประเภท.....

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ใบความรู้ เรื่องการคำนวณการหามวลเป็นร้อยละจากสูตรเคมี

สูตรโมเลกุลของสารมีส่วนสัมพันธ์กับมวลโมเลกุล โมล และมวลของธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในสูตรโมเลกุลเหล่านั้น เช่น สูตรของโซเดียมคาร์บอเนต เขียนได้ดังนี้ Na_2CO_3 ความสัมพันธ์ที่ได้เป็นดังนี้

	Na_2CO_3 1 mole มีมวล 106 กรัม
ประกอบด้วย	Na 2 mole (atom) มีมวล $2 \times 23 = 46$ กรัม
	C 1 mole (atom) มีมวล $1 \times 12 = 12$ กรัม
	O 3 mole (atom) มีมวล $3 \times 16 = 48$ กรัม

จากความสัมพันธ์ของโครงสร้างดังกล่าว สามารถนำไปใช้คำนวณมวลโมเลกุลของสาร และมวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสูตรเคมีของสารต่างๆ ได้

การคำนวณร้อยละของสาร อาจคำนวณโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ หรืออาจใช้สูตรต่อไปนี้ คือ

$$\text{ร้อยละของธาตุ A} = \frac{\text{มวลของธาตุ A}}{\text{มวลโมเลกุล}} \times 100$$

โดยทั่วไปการคำนวณร้อยละของสาร สามารถหาได้แค่ควรทราบ

- สูตรโมเลกุลของสาร
- มวลอะตอมของธาตุ

ตัวอย่างที่ 1 จงหาร้อยละโดยมวลของธาตุ Na ใน Na_3PO_4

ขั้นที่ 1 หามวลของธาตุแต่ละชนิดในโมเลกุล

$$\text{มวลของ Na} = 23 \times 3 = 69$$

$$\text{มวลของ P} = 31 \times 1 = 31$$

$$\text{มวลของ O} = 16 \times 4 = 64$$

ขั้นที่ 2 หามวลโมเลกุล

$$\text{มวลโมเลกุลของ Na}_3\text{PO}_4 = 69 + 31 + 64 = 164$$

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของธาตุแต่ละชนิด

การเทียบบัญญัติไตรยางค์

- หาร้อยละโดยมวลของ Na

ใน Na_3PO_4 มวล 164 g มีธาตุ Na อยู่ 69 g

$$\text{ถ้า } \text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ มวล } 100 \text{ g มีธาตุ Na อยู่ } \frac{100 \times 69}{164} = 42.07 \%$$

การใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของธาตุ Na} = \frac{\text{มวลของธาตุ Na}}{\text{มวลโมเลกุล}} \times 100$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{ร้อยละของธาตุ Na} &= \frac{69}{164} \times 100 \\ &= 42.07 \% \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลเป็นร้อยละของน้ำ ในผลึกจุนสี ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

ขั้นที่ 1 หาผลมวลของน้ำในโมเลกุล

$$\begin{aligned} \text{มวลของน้ำ } 5\text{H}_2\text{O} &= 5(2 + 16) \\ &= 90 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 2 หาผลมวลโมเลกุล

$$\begin{aligned} \text{มวลโมเลกุลของ } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} &= 64 + 32 + (4 \times 16) + (5 \times 18) \\ &= 250 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของน้ำ

การเทียบบัญญัติไตรยางค์

- หาร้อยละโดยมวลของน้ำ

ในผลึกจุนสี ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) มวล 250 g มีน้ำอยู่ 90 g

$$\text{ถ้าผลึกจุนสี } (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \text{ มวล } 100 \text{ g มีน้ำอยู่ } \frac{100 \times 90}{250} = 36 \%$$

การใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของน้ำ} = \frac{\text{มวลของน้ำ}}{\text{มวลโมเลกุล}} \times 100$$

แทนค่า

$$\begin{aligned}\text{ร้อยละของน้ำ} &= \frac{90}{250} \times 100 \\ &= 36\%\end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 กรดแลกติกในนมเปรี้ยว มีสูตรโมเลกุลคือ $C_3H_6O_3$ จงคำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิด และมวลของการรับอนในกรดแลกติกจำนวน 50 กรัม

- คำนวณหามวลเป็นร้อยละของธาตุแต่ละชนิด

ขั้นที่ 1 หาผลรวมโมเลกุลของกรดแลกติก

$$\begin{aligned}\text{มวลโมเลกุลของ } C_3H_6O_3 &= (12 \times 3) + (1 \times 6) + (16 \times 3) \\ &= 90\end{aligned}$$

ขั้นที่ 2 หาผลรวมมวลของธาตุแต่ละชนิดในกรดแลกติก

$$\text{มวลของ C} = 12 \times 3 = 36$$

$$\text{มวลของ H} = 1 \times 6 = 6$$

$$\text{มวลของ O} = 16 \times 3 = 48$$

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของธาตุแต่ละชนิด

การเทียบบัญญัติไตรยางค์

- หาร้อยละโดยมวลของ C

ในกรดแลกติก ($C_3H_6O_3$) มวล 90 g มี C อยู่ 36 g

$$\text{ในกรดแลกติก } (C_3H_6O_3) \text{ มวล 100 g มี C อยู่ } \frac{100 \times 36}{90} = 40\%$$

- หาร้อยละโดยมวลของ H

ในกรดแลกติก ($C_3H_6O_3$) มวล 90 g มี H อยู่ 6 g

$$\text{ในกรดแลกติก } (C_3H_6O_3) \text{ มวล 100 g มี H อยู่ } \frac{100 \times 6}{90} = 6.66\%$$

- หาร้อยละโดยมวลของ O

ในกรดแลกติก ($C_3H_6O_3$) มวล 90 g มี O อยู่ 48 g

$$\text{ในกรดแลกติก } (C_3H_6O_3) \text{ มวล 100 g มี O อยู่ } \frac{100 \times 48}{90} = 53.33\%$$

การใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ}}{\text{มวลโมเลกุล}} \times 100$$

แทนค่า

$$\text{ร้อยละของ C} = \frac{36}{90} \times 100 = 40\% \quad \text{ตอบ}$$

$$\text{ร้อยละของ H} = \frac{6}{90} \times 100 = 6.66\% \quad \text{ตอบ}$$

$$\text{ร้อยละของ O} = \frac{48}{90} \times 100 = 53.33\% \quad \text{ตอบ}$$

- คำนวณหามวลเป็นร้อยละของ C ในกรดแลกติก 50 กรัม

ขั้นที่ 1 หาโมเลกุลของกรดแลกติก (ทราบแล้ว)

ขั้นที่ 2 หามวลของ C ในกรดแลกติก 50 กรัม

กรดแลกติก ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) 90 กรัม มี C อยู่ 36 กรัม

กรดแลกติก ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) 50 กรัม มี C อยู่ $\frac{50 \times 36}{90} = 20$ กรัม

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของ C

การเทียบบัญญัติไตรยางค์

ในกรดแลกติก ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) มวล 50 g มี C อยู่ 20 g

ในกรดแลกติก ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) มวล 100 g มี C อยู่ $\frac{100 \times 20}{50} = 40\%$

การใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของ C} = \frac{20}{50} \times 100 = 40\% \quad \text{ตอบ}$$

ใบงานที่ 3 แบบฝึกคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

1. จงหาร้อยละโดยมวลของแคลเซียม และออกซิเจน ในแคลเซียมคาร์บอเนต CaCO_3

แนวคิด **ขั้นที่ 1** หามวลของธาตุแต่ละชนิดในโมเลกุล

ขั้นที่ 2 หามวลโมเลกุล

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของธาตุแต่ละชนิด

2. จงหาร้อยละโดยมวลของคลอรีน ในแอมโมเนียมคลอไรด์ NH_4Cl

แนวคิด

3. ร้อยละโดยมวลของไนโตรเจนใน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ มีอยู่เท่าไร

4. ร้อยละโดยมวลของแคลเซียม และออกซิเจน ใน CaCO_3 มีอยู่เท่าไร

5. จงคำนวณร้อยละโดยมวลของน้ำใน ไฮดรอน (II) ซัลเฟต ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)

แนวคิด ขั้นที่ 1 หามวลของน้ำในโมเลกุล

ขั้นที่ 2 หามวลโมเลกุลของสาร

ขั้นที่ 3 หาร้อยละโดยมวลของน้ำ

6. สารประกอบอย่างหนึ่งมีสูตรเป็น $\text{X}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ จากการทดลองพบว่า มีมวลน้ำผลึกทั้งหมด 60% มวลอะตอมของ X เท่ากับเท่าใด ($\text{C}=12, \text{O}=16, \text{H}=1$)

แนวคิด

7. เกลือผลึก $\text{ZnSO}_4 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ ประกอบด้วยเกลือที่ปราศจากน้ำผลึกอยู่ร้อยละ 56.0 โดยมวล จงคำนวณหาค่า y

แนวคิด

8. เกลือผลึก $\text{M}_2\text{S}_2\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ มีน้ำผลึกเป็นองค์ประกอบ 36.3% โดยมวล มวลโมเลกุลของ M มีค่าเท่าไร

ใบงานที่ 4

แบบฝึกคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตรเพิ่มเติม

คำชี้แจง จงแสดงวิธีคำนวณหาคำตอบของแบบฝึกหัดต่อไปนี้

1. เกลือผลึก $\text{MSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ พบว่ามีกำมะถันอยู่ร้อยละ 11.5 โดยมวลจงคำนวณหาค่า X (มวลอะตอม $M = 60$)

แนวคิด

2. นำไดไซเรน Si_2H_6 มาวิเคราะห์พบว่า Si เป็นองค์ประกอบอยู่ 90.28% โดยมวล อยากทราบว่า x มีค่าเท่ากับเท่าไร

3. แร่ชนิดหนึ่งของตะกั่วชื่อ การินา มีเลด (II) ซัลไฟด์ (PbS) 10% และมลทินที่ไม่บริสุทธิ์ปน 90% โดยมวล จงหามวลของตะกั่วในแร่หนัก 75 g (มวลอะตอมของ Pb – 207, S = 32)

แนวคิด

ขั้นที่ 1 หามวลของเลด (II) ซัลไฟด์ (PbS) ในแร่คารินา 75 g

จากคารินา มีเลด (II) ซัลไฟด์ (PbS) 10% โดยมวล

แร่คารินา.....g มี PbS g

แร่คารินา.....g มี PbS g

ขั้นที่ 2 หามวลโมเลกุลของ PbS

ขั้นที่ 3 หามวลของ Pb ใน PbS

ขั้นที่ 4 หามวลของ Pb ใน PbSg

4. จงคำนวณหากรัมของออกซิเจน (O) ในแร่ควอตซ์ (SiO_2) และหินปูน (CaCO_3) อย่างละ 1 กิโลกรัม

แนวคิด คำนวณหามวลของธาตุ O ในแร่ควอตซ์ (SiO_2) 1 กิโลกรัม

ขั้นที่ 1 หาโมลโมเลกุลของแร่ควอตซ์ (SiO_2)

ขั้นที่ 2 หามวลของ O ในแร่ควอตซ์ (SiO_2)

ขั้นที่ 3 หามวลของ O ในแร่ควอตซ์ (SiO_2) 1 กิโลกรัม

- คำนวณหามวลของธาตุ O ในหินปูน (CaCO_3) 1 กิโลกรัม

5. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วย C H และ O เท่านั้น เมื่อนำสารดังกล่าวมา 4.5 กรัม มาสันดาปกับแก๊สออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาสมบูรณ์จะได้ CO_2 4.4 g และไอน้ำ 0.9 g จงหาร้อยละโดยมวลของ C H และ O ในสารประกอบชนิดนี้

ใบงานที่ 5
กิจกรรมการหาสูตรเคมีของน้ำ

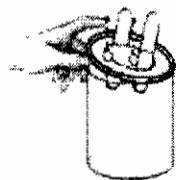
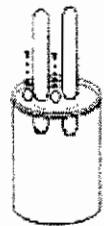
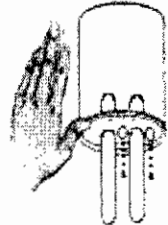
จุดประสงค์การทดลอง

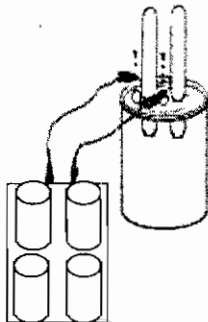
เพื่อศึกษาการหาสูตรเคมีของน้ำ

วัสดุ – อุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์แยกน้ำด้วยไฟฟ้า
2. กระดาษถ่าน
3. สายไฟสำหรับต่อไฟจากกระดาษถ่านเข้ากับชุดอุปกรณ์
4. หลอดหยด
5. กรดซัลฟิวริก

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมน้ำ 250 cm³ ใส่ลงในถ้วยพลาสติกของชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า หยดสารละลายกรดซัลฟิวริก (H₂SO₄) ลงไปประมาณ 2-5 หยด	
2. ประกอบหลอดทดลองเข้ากับขั้วไฟฟ้าที่ฝากกล่องพลาสติก นำฝาปิดกล่องพลาสติกไปปิดตัวกล่องให้แน่น ดันหลอดทดลองให้ปากหลอดจมอยู่ใต้น้ำในระดับที่ต่ำกว่าระดับน้ำ ประมาณ 2 cm³	
3. ใช้นิ้วปิดรูระบายอากาศที่ฝากกล่อง แล้วคว่ำกล่องพลาสติกลง ให้น้ำในกล่องพลาสติกไหลเข้ามาในหลอดทดลองแทนที่อากาศจนเต็มหลอด	

4. ต่อไฟจากกระบอกถ่าน 6 โวลต์ DC เข้ากับชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า โดยให้ขั้วบวกและขั้วลบของกระบอกถ่านไฟฉายต่อเข้ากับขั้วบวกและขั้วลบของชุดแยกน้ำด้วยไฟฟ้า	
5. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง เมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที บันทึกปริมาตรของแก๊สที่เกิดขึ้นแต่ละขั้ว	
6. เมื่อเก็บแก๊สด้วยการแทนที่น้ำจนเต็มหลอดทดลองทั้งสองแล้วถอดสายไฟออก ใช้นิ้วกดจุกยางที่ขั้วไฟฟ้าให้หลุดลงไปในถ้วยพลาสติก ทำเครื่องหมายแสดงขั้วไฟฟ้าที่หลอดทดลองทั้งสอง แล้วกดหลอดทดลองทั้งสองลงไปเกือบทะลุฝา ใช้นิ้วมืออุดปากหลอดขณะที่หลอดอยู่ใต้น้ำ แล้วนำหลอดทดลองออกจากถ้วยพลาสติก	
7. ทดสอบแก๊สที่เก็บได้ในหลอดทดลองทั้งสองด้วยการใช้ก้านธูปจุดไฟให้เหลือแต่แกนแดงหย่อนลงในหลอดทดลองทันทีที่ขั้วก้านธูปออก สังเกตการเปลี่ยนแปลง และบันทึกผล	

บันทึกผลการทดลอง

ขั้วไฟฟ้า	ผลการทดสอบชนิดของแก๊สที่เกิดขึ้น	ชนิดของแก๊ส	ปริมาตรของแก๊ส (cm ³)
บวก			
ลบ			

การหาสูตรเคมีของน้ำ

ขั้นที่ 1 ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของน้ำ คือ.....

ขั้นที่ 2 หาปริมาตรของแก๊สแต่ละชนิดในสารประกอบ

ปริมาตรของแก๊สออกซิเจน = cm^3

ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน = cm^3

ขั้นที่ 3 เปลี่ยนปริมาตรของแก๊สให้เป็นโมลโมเลกุล

ตามกฎของอาโวกาโดร กล่าวว่า

"ที่ความดันและอุณหภูมิของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับจำนวน โมเลกุล หรือจำนวน โมลของแก๊สนั้น"

$$V \propto n$$

ดังนั้น $\frac{V}{n} = k$

เมื่อ V คือ ปริมาตรของแก๊ส มีหน่วยเป็น cm^3 หรือ L

n คือ จำนวน โมล

k คือ ค่าคงที่ของการแปรผัน

จะได้ว่า
$$\frac{V_{\text{H}_2}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{V_{\text{O}_2}}{n_{\text{O}_2}}$$

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{H}_2}}$$

แทนค่าปริมาตรของแก๊สลงในสมการ

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{H}_2}} =$$

ดังนั้น สัดส่วนของจำนวน โมลของแก๊ส $\text{H}_2 : \text{O}_2$ =

ขั้นที่ 4 หาอัตราส่วนจำนวนโมลอย่างต่ำของแก๊สแต่ละชนิด

ขั้นที่ 5 เปลี่ยนจำนวนโมลโมเลกุลให้เป็นจำนวนโมเลกุล

ขั้นที่ 5 เปลี่ยนจำนวนโมเลกุลให้เป็นอะตอม
สูตรเอมพีรีคัล คือ

สรุปผลการทดลอง

สรุปขั้นตอนการหาสูตรเอมพีรีคัล หรือสูตรอย่างง่าย

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ	H	O
ปริมาตรของแก๊ส		
จำนวน โมลของแก๊สแต่ละชนิด		
อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวน โมลของแก๊ส		
เปลี่ยนจำนวน โมล โมเลกุลให้เป็นจำนวน โมเลกุล		
เปลี่ยนจำนวน โมเลกุลให้เป็นอะตอม		
สูตรอย่างง่ายของสารประกอบคือ		

นักเรียนศึกษาการหาสูตรเคมีของสารเพิ่มเติมจากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 การหาสูตรเคมีของแมกนีเซียมออกไซด์

นักเรียนคนหนึ่งให้ความร้อนกับลวดแมกนีเซียม

แผ่นแมกนีเซียมถูกเผาในอากาศ มันรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นแมกนีเซียมออกไซด์

ต่อไปนี้เป็นผลการทดลองของเขา

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ = 25.00 g

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ + แมกนีเซียมก่อนให้ความร้อน = 25.24 g

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ + แมกนีเซียมหลังให้ความร้อน = 25.40 g

ขั้นที่ 1 ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของแมกนีเซียมออกไซด์

ขั้นที่ 2 หามวลของแต่ละธาตุในสารประกอบ

แมกนีเซียม

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ + แมกนีเซียมก่อนให้ความร้อน =g

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ =g

ดังนั้น มวลของแมกนีเซียม =g

ออกซิเจน

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ + แมกนีเซียมหลังให้ความร้อน =g

มวลถ้วยทนไฟ + ฝาครอบ =g

ดังนั้น มวลของออกซิเจนในแมกนีเซียมออกไซด์ =g

ขั้นที่ 3 เปลี่ยนมวลให้เป็นโมลอะตอมของแต่ละธาตุ

แมกนีเซียม (Mg) : ออกซิเจน (O)

ขั้นที่ 4 หาอัตราส่วนจำนวนโมลอย่างต่ำของแต่ละธาตุ

แมกนีเซียม (Mg) : ออกซิเจน (O)

ขั้นที่ 5 เปลี่ยนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นจำนวนอะตอม

สูตรเคมีคือ

ตัวอย่างที่ 2 สารประกอบไฮโดรเจนและไนโตรเจนสลายตัวไปเป็นธาตุพบว่าไนโตรเจน 1.4 g รวมตัวกับไฮโดรเจน 0.3 g ในสารประกอบ สูตรเคมีของสารประกอบนี้คืออะไร (มวลอะตอมของ N = 14, H = 1)

ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ		
มวลของธาตุองค์ประกอบ		
จำนวนโมลของธาตุแต่ละชนิด		
อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนโมลของแก๊ส		
เปลี่ยนจำนวนโมลอะตอมให้เป็นจำนวนอะตอม		
สูตรอย่างง่ายของสารประกอบคือ		

ตัวอย่างที่ 3 ก๊าซเซอรอลประกอบด้วยคาร์บอน 39.1% ออกซิเจน 52.2% ที่เหลือเป็นไฮโดรเจน จงหาสูตรเคมีของก๊าซเซอรอล (มวลอะตอมของ C = 12, H = 1, O = 16)

ชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ		
1. มวลของธาตุองค์ประกอบ		

2. จำนวนโมลของธาตุแต่ละชนิด		
3. อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวน โมลของแก๊ส		
4. ทำให้เป็นเลขจำนวนเต็ม		
5. เปลี่ยนจำนวน โมลอะตอมให้เป็นจำนวน อะตอม		
สูตรอย่างง่ายของสารประกอบคือ		

ในกรณีที่ทำข้อ 3. แล้วยังได้เป็นเลขไม่ลงตัว ถ้าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับเลขจำนวนเต็มมากให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็มได้ แต่ถ้าค่าที่ได้ต่างจากเลขจำนวนเต็มมาก ให้หาตัวคูณที่เหมาะสมคูณตลอดเพื่อให้ได้เป็นเลขจำนวนเต็ม หรือใกล้เคียงกับเลขจำนวนเต็มมากที่สุด ซึ่งจะได้สูตรเอมพิริคัล

เกณฑ์ในการปัดเลขทศนิยม มีดังนี้

1. ถ้าค่าเลขทศนิยม > 0.8 ปัดเป็น 1 ถ้าค่าเลขทศนิยม < 0.2 ปัดเป็น 0
2. ถ้าค่าเลขทศนิยม อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 ห้ามปัดให้หาเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ มา

คูณตลอดจนปัดได้ (เสกสรรค์ สิริวัฒนวิบูลย์. ม.ป.ป. : 86)

พิจารณาตัวอย่างเพื่อประกอบความเข้าใจดังต่อไปนี้

$$\text{ก. ถ้าโมลของ A : B : C} = \frac{0.24}{12} : \frac{0.04}{1} : \frac{0.32}{16}$$

ให้หาสูตรเอมพิริคัลตามขั้นตอนดังล่าวคือ

1. ทำให้เป็นเลขทศนิยม

$$\text{โมลของ A : B : C} = 0.02 : 0.04 : 0.02$$

- 2.หารตลอดด้วยตัวเลขค่าน้อยที่สุดคือ 0.02

$$\text{โมลของ A : B : C} = 1 : 2 : 1$$

ดังนั้น สูตรเอมพิริคัล คือ $A_1B_2C_1$ หรือ AB_2C

ข. ถ้าโมลของ $A : B : C = 2.93 : 5.02 : 1.01$

ให้ปัดเป็นเลขจำนวนเต็ม โมล $A : B : C = 3 : 5 : 1$

ดังนั้น สูตรเคมีคือ A_3B_5C

ค. ถ้าโมลของ $A : B : C = 1.98 : 2.50 : 0.49$

กรณีนี้ปัดให้เป็นเลขจำนวนเต็มไม่ได้ ให้นำค่าที่น้อยที่สุดหารตลอด

โมล $A : B : C = 4.05 : 5.10 : 1.00$ แล้วจึงปัดให้เป็นเลขจำนวนเต็ม

โมล $A : B : C = 4 : 5 : 1$

ดังนั้น สูตรเคมีคือ A_4B_5C

ง. ถ้าโมลของ $A : B : C = 1.97 : 0.65 : 4.25$

ให้หารตลอดด้วย 0.65 (ค่าน้อยที่สุด) โมล $A : B : C = 3.03 : 1.00 : 6.53$

เนื่องจากได้อัตราส่วนของเลขที่ไม่ลงตัวและปัดให้เป็นจำนวนเต็มไม่ได้จึงต้องหาตัวคูณที่เหมาะสมมาคูณตลอด ในที่นี้คูณด้วย 2

โมล $A : B : C = 6.06 : 2.00 : 13.06$ แล้วจึงปัดให้เป็นเลขจำนวนเต็ม

ดังนั้น สูตรเคมีคือ $A_6B_2C_{13}$

ใบงานที่ 6
แบบฝึกคำนวณมวลหาสูตรเคมี

1. โพรพานอลประกอบด้วยคาร์บอน 60.0%, ไฮโดรเจน 13.4% และ ออกซิเจน 26.6% จงหาสูตรเคมีของโพรพานอล

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ	C	H	O
ร้อยละ โดยมวลในสารประกอบ			
มวลอะตอม			
จำนวน โมล			
อัตราส่วนโดยโมล			
อัตราส่วนอย่างง่าย			
สูตรเคมี คือ			

2. จากการวิเคราะห์สารชนิดหนึ่งพบว่า ประกอบด้วย K 32% Cl = 29% และ O = 39% โดยมวล สูตรเคมีของสารประกอบนี้คืออะไร

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ	C	H	O
ร้อยละ โดยมวลในสารประกอบ			
มวลอะตอม			
จำนวน โมล			
อัตราส่วนโดยโมล			
อัตราส่วนอย่างง่าย			
สูตรเคมี คือ			

3. สารประกอบออกไซด์ของแมงกานีสมีสูตรเป็น MnO_x จงคำนวณหาค่า x ถ้าสารประกอบประกอบด้วย Mn 63.70% โดยมวล

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ		
ร้อยละ โดยมวลในสารประกอบ		
มวลอะตอม		
จำนวน โมล		
อัตราส่วนโดยโมล		
อัตราส่วนอย่างง่าย		
สูตรเอมพิริคัล คือ		

4. สารอย่างหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และคลอรีน จากการทดลองเมื่อนำสารนี้มา 125 กรัม วิเคราะห์พบว่า มี C อยู่ 48 กรัม และไฮโดรเจน 6 กรัม สูตรเอมพิริคัลของสารนี้เป็นอย่างไร (กำหนดให้ : C = 12 , H = 1 , Cl = 35.5)

5. เมื่อนำสารประกอบชนิดหนึ่ง ที่มีองค์ประกอบเป็นธาตุ C, H และ N มาทำปฏิกิริยากับแก๊ส O_2 อย่างสมบูรณ์จะได้ $CO_2 = 13.2$ g $H_2O = 3.15$ g และ $NO_2 = 2.3$ g สูตรเอมพิริคัลของสารนี้เป็นอย่างไร

6. จงคำนวณหาสูตรเคมีของสารประกอบระหว่างทองแดงกับกำมะถัน เมื่อนำสารดังกล่าวมา 10.0 g มาเผากับแก๊สออกซิเจนจะได้ CuO 8.32 g และ SO_2 8.38 g

7. เมื่อสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งมวล 3.0 g ซึ่งมีสูตรเคมีเป็น $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ ถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์กับแก๊สออกซิเจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ 6.6 g และไอน้ำ 3.6 g จงคำนวณค่า x, y และ z ในสูตรเคมีของสารประกอบ

8. ในการหาค่าประกอบของสารชนิดหนึ่ง เมื่อนำสารหนัก 1.05 g มาเผาไหม้จนสมบูรณ์พบว่าเกิดแก๊ส CO_2 1.32 g และ H_2O 0.63 g และพบว่าสารนี้หนัก 0.90 g มีไนโตรเจน 0.12g จงหาสูตรเคมีของสารประกอบนี้

ใบงานที่ 7
แบบฝึกการหาสูตรโมเลกุล

1. จงคำนวณหาสูตรโมเลกุลของสาร เมื่อกำหนดสูตรเอมพิริคัลและมวลโมเลกุลมาให้

สาร	สูตรเอมพิริคัล	มวลโมเลกุล	สูตรโมเลกุล
A	C_2H_4O	88	
B	CH_3	30	

วิธีทำ สาร A

(มวลจากสูตรเอมพิริคัล)_n – มวลโมเลกุล

สูตรเอมพิริคัลของสาร A คือ C_2H_4O

ดังนั้น มวลจากสูตรเอมพิริคัล =
มวลโมเลกุล =

แทนค่า (.....)_n – 88

$n \times \dots\dots\dots - 88$

$n \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

สูตรโมเลกุล = (สูตรเอมพิริคัล)_n

จะได้ว่า สูตรโมเลกุล = $(C_2H_4O) \dots\dots - C \dots H \dots O$

สาร B

2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 80 โดยมวล ถ้ามวลโมเลกุลของสารนี้ มีค่าเท่ากับ 30 จงคำนวณหาสูตรโมเลกุล

วิธีทำ ขั้นที่ 1 หาสูตรเอมพิริคัล

ธาตุองค์ประกอบ	C	H
ร้อยละโดยมวล ในสารประกอบ		
มวลอะตอม		
จำนวนโมล		
อัตราส่วนโมล		
อัตราส่วนอย่างง่าย		

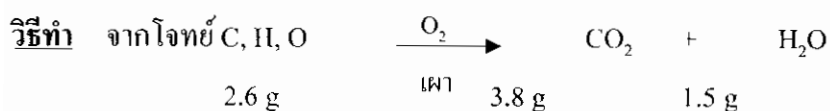
ดังนั้น สูตรเอมพิริคัลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ

ขั้นที่ 2 หาสูตร โมเลกุล

3. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วยปรอท (Hg) 76.4% ไนโตรเจน (N) 5.4% และออกซิเจน (O) 18.2% โดยมวล จงคำนวณหาสูตรโมเลกุลเมื่อสารนี้มีมวลโมเลกุล 524

วิธีทำ

4. สารคาร์โบไฮเดรต ($C_xH_yO_z$) จำนวน 2.6 g นำมาสันดาปกับแก๊สออกซิเจนจะได้ CO_2 3.8 g และ H_2O 1.5 g จงคำนวณหาสูตรโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรต (กำหนดมวลโมเลกุลของสารนี้ เท่ากับ 120)



ขั้นที่ 1 หาสูตรเอมพิริคัล

- หามวลของ C ในสารประกอบจาก CO_2

- หามวลของ H ในสารประกอบจาก H_2O

- หามวลของ O

ธาตุองค์ประกอบ	C	H	O
ร้อยละโดยมวลในสารประกอบ			
มวลอะตอม			
จำนวนโมล			
อัตราส่วนโมล			
อัตราส่วนอย่างง่าย			

ดังนั้น สูตรเอมพิริคัลของสารคาร์โบไฮเดรต คือ.....

ขั้นที่ 2 หาสูตรโมเลกุล

ภาคผนวก ข

- วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ข้อสอบ	ความรู้ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
9. นักวิทยาศาสตร์สังเคราะห์ธาตุ A ซึ่งมีลักษณะเป็นของแข็งสีชมพูได้ และจากการวิเคราะห์พบว่า สาร A ประกอบด้วย K 20% Os 51.9% O 27% และ H 1.1% โดยมวล สูตรเคมีของสาร A คือข้อใด (K = 39, O = 16, H = 1, Os = 190) ก. K_2OsO_2H ข. K_2Os_2OH ค. $K_2OsO_2H_2$ ง. $K_2OsO_6H_4$	✓					
10. จากการวิเคราะห์นิโคตินที่มีในบุหรี่พบว่าประกอบด้วย C 74% H 8.7% N 17.3% โดยน้ำหนัก นิโคติน มีสูตรเคมีเป็นอย่างไร (N = 14, C = 12, H = 1) ก. $C_{10}H_{12}N$ ข. C_6H_7N ค. C_5H_7N ง. C_5H_8N	✓					
11. สารประกอบชนิดหนึ่งประกอบด้วย C, H และ O เมื่อนำสารนี้มา 1.367 g เผาจะได้ CO_2 3.0 g ไอน้ำ 1.64 g สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้คือข้อใด (C = 12, O = 16, H = 1) ก. C_8H_8O ข. C_7H_6O ค. CH_4O ง. $C_4H_{10}O$		✓				

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ข้อสอบ	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
12. โลหะ M มีมวลอะตอมเท่ากับ 200 เมื่อนำมาเผากับกำมะถันที่มากเกินไปปรากฏว่า Mหนัก 16.00 g ให้สารประกอบหนัก 19.84 g สูตรอย่างง่ายของสารประกอบนี้คืออะไร (S = 32) ก. M_2S_3 ข. M_3S_2 ค. MS ง. M_2S	✓					
13. ออกไซด์ของฟอสฟอรัสประกอบด้วย ฟอสฟอรัสร้อยละ 43.70 โดยมวล และมวลโมเลกุลของสารประกอบออกไซด์ของฟอสฟอรัสเท่ากับ 284 สูตรโมเลกุลควรเป็นข้อใด (P = 31, O = 16) ก. P_2O_3 ข. P_2O_5 ค. P_4O_{10} ง. P_4O_6	✓					
14. กรดอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุ C 40.91% H 4.55% และ O 54.5% โดยมวล มีมวลโมเลกุล 176 จงหาสูตรโมเลกุลของกรดนี้ (H = 1 C = 12 O = 16) ก. CHO ข. $C_6H_8O_6$ ค. $C_2H_4O_2$ ง. $C_3H_4O_3$	✓					

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ข้อสอบ	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
15. สารอินทรีย์ชนิดหนึ่งประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ธาตุไฮโดรเจนและธาตุออกซิเจนเท่านั้นเมื่อนำสารประกอบนี้มา 5.560 g เผาในอากาศจะได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มวล 12.650 g และไอน้ำมวล 5.175 g จงหาสูตรโมเลกุลของสารนี้กำหนดให้สารนี้มีมวลโมเลกุล 116 ก. C_3H_6O ข. $C_6H_{12}O_2$ ค. $C_9H_{18}O_3$ ง. CH_2O		✓				

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการสอนวิชาเคมี 2 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี
โดยจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นการถามความพึงพอใจ หรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการสอนวิชาเคมี 2 การคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว
2. คำตอบของนักเรียนในแบบวัดนี้ ไม่มีถูก ไม่มีผิดเพราะความคิดเห็นหรือความรู้สึกของแต่ละคนไม่เหมือนกันสิ่งสำคัญที่สุดคือให้นักเรียนตอบให้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนให้มากที่สุด
3. แบบวัดนี้ไม่ต้องทราบว่าใครเป็นผู้ตอบ คำตอบของนักเรียนจึงไม่มีผลกระทบต่อตัวนักเรียน ฉะนั้นให้นักเรียนตอบอย่างสบายใจ ผลจากการตอบแบบวัดครั้งนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาเคมีให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
4. วิธีตอบแบบวัดนี้ กระทำโดยให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องซ้ายมืออย่างละเอียด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ
 - 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
 - 4 หมายถึง พึงพอใจมาก
 - 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
 - 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย
 - 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ระดับความคิดเห็น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. การที่ครูทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงกับกิจกรรมความรู้ใหม่					
2. การที่ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้วางแผนการและออกแบบทดลองด้วยตนเอง					
3. การที่ครูได้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงจากสื่ออุปกรณ์หรือของจริงโดยที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม					
4. การที่นักเรียนได้ทำงานและเรียนเป็นกลุ่ม มีโอกาสให้ความรู้แก่เพื่อน และได้รับความรู้จากเพื่อนเช่นเดียวกัน					

ระดับความคิดเห็น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
5. การที่ครูให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาเมื่อท่านมีปัญหาคณะปฏิบัติงานหรือทำงานกลุ่ม					
6. การที่นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าจากแหล่งความรู้ต่างๆ ทั้งของจริงและสื่อเอกสาร					
7. การที่นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและอภิปรายอย่างทั่วถึงและมีโอกาสเสนอผลงานของกลุ่ม					
8. การที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเป็นอิสระทั้งในการศึกษาและการนำเสนอผลงาน					
9. นักเรียนมีโอกาสประเมินผลงาน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของเพื่อน					
10. การที่นักเรียนได้ข้อสรุปความรู้ด้วยตนเอง ทำให้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น					
11. การที่มีวิธีวัดประเมินผลหลายวิธีควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ					
12. กิจกรรมต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
13. นักเรียนรู้สึกพึงพอใจและมีความสุขในการร่วม กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะหาความรู้					
14. กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนชอบเรียนวิชาเคมีมากขึ้น					

ภาคผนวก ก

รายละเอียดผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาเคมี 2 เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ตารางที่ ค-1 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.79	0.31
2	0.32	0.51
3	0.63	0.59
4	0.21	0.31
5	0.78	0.75
6	0.38	0.87
7	0.5	0.75
8	0.5	0.55
9	0.5	0.55
10	0.32	0.83
11	0.74	0.79
12	0.44	0.46
13	0.62	0.87
14	0.74	0.79
15	0.5	0.93

จากข้อมูลในตาราง ค-1 เมื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (K-R 20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.639

ภาคผนวก ง

รายละเอียดผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาเคมี 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554
เพื่อตรวจสอบคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ ง-1 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 1 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2554 ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน
1	50	1	50
2	50	2	52
3	54	3	53
4	56	4	55
5	57	5	57
6	58	6	58
7	58	7	58
8	58	8	58
9	59	9	59
10	59	10	59
11	60	11	60
12	60	12	60
13	61	13	61
14	61	14	62
15	61	15	62
16	62	16	62
17	62	17	63
18	62	18	63
19	63	19	63
20	63	20	63
21	63	21	64
22	63	22	64
23	63	23	64

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน
24	64	24	65
25	64	25	65
26	65	26	65
27	65	27	65
28	65	28	66
29	66	29	66
30	66	30	67
31	66	31	68
32	68	32	68
33	69	33	69
34	69	34	70
35	69	35	71
36	71	36	73
37	74	37	74
$\bar{X}$	= 62.27	$\bar{X}$	= 62.757
SD	5.226	SD	= 5.51

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางพบว่าค่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 62.270 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.556 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 62.757 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.510 เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคุณลักษณะเช่นเดียวกัน ดังตารางที่ ง-2

ตารางที่ ง-2 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม SPSS for Window

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
กลุ่มทดลอง	37	62.270	5.556	-0.39*	0.698
กลุ่มควบคุม	37	62.757	5.510		

*p > .05

ภาคผนวก จ

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนตามปกติ
รายวิชาเคมี เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

ตารางที่ จ-1 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนตามปกติ

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คนที่	คะแนน (เต็ม 15)	คนที่	คะแนน (เต็ม 15)
1	10	1	12
2	9	2	5
3	12	3	11
4	12	4	5
5	8	5	6
6	8	6	12
7	12	7	5
8	8	8	6
9	8	9	6
10	9	10	12
11	12	11	3
12	13	12	6
13	11	13	5
14	8	14	8
15	8	15	5
16	12	16	9
17	14	17	9
18	12	18	12
19	13	19	2
20	12	20	8
21	15	21	15
22	15	22	6
23	15	23	8

ตารางที่ จ-1 (ต่อ)

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
คนที่	คะแนน (เต็ม 15)	คนที่	คะแนน (เต็ม 15)
24	13	24	9
25	9	25	8
26	15	26	12
27	15	27	9
28	13	28	12
29	9	29	11
30	13	30	5
31	13	31	5
32	15	32	8
33	15	33	11
34	15	34	6
35	15	35	12
36	15	36	12
37	15	37	13
$\bar{X}$	12.054	$\bar{X}$	8.351
SD	2.613	SD	3.234

จากการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนตามปกติ เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 12.054 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.613 ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 8.351 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.234 เมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนทั้งสองกลุ่มพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 นั่นคือ นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติตามคู่มือครู ดังแสดงในตารางที่ จ-2

ตารางที่ จ-2 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนตามปกติ เรื่องการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี ด้วยโปรแกรม SPSS for Window

กลุ่มตัว ตัวอย่าง	$\bar{X}$	SD	$\bar{D}$	SD $\bar{D}$	t	Sig
กลุ่มทดลอง	12.054	2.613	3.703	3.681	6.119*	0.00
กลุ่มควบคุม	8.351	3.234				

*p > .05